

**DETAILED****JAPANESE**

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-281746

(43)Date of publication of application : 23.10.1998

(51)Int.CI.

G01B 15/00  
 H01J 37/28  
 H01L 21/66  
 // G01N 23/20  
 G01N 23/22  
 H01L 21/3205

(21)Application number : 09-090827

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 09.04.1997

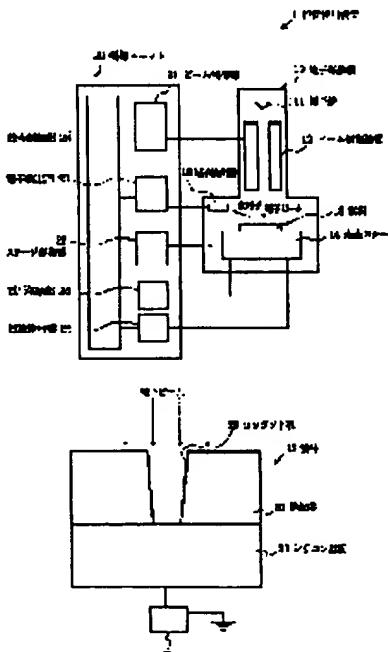
(72)Inventor : HAMADA TAKEHIKO

### (54) METHOD AND EQUIPMENT FOR DETECTING POSITION

#### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To measure the position at the bottom of a deep contact hole made in a circuit member accurately along with the diameter thereof by applying a voltage to a sample being scanned with an electron beam, detecting a current conducting upon application of a voltage and detecting the position of a part to be measured from the scanning position of electron beam when the current is varied.

**SOLUTION:** Surface of a sample 13 is irradiated with an electron beam projected from an electron gun 11 under control of a beam controller 12 and the sample 13 is scanned while shifting a scanning stage 14. At the time of scanning, a voltage of +3V, for example, is supplied from a voltage supply section 24 to the sample 13 from the bottom face thereof and a current conducting through the sample 13 is detected at a current detecting section 25 from the bottom face of the sample 13. When the surface of an insulation film 31 is irradiated with an electron beam, a silicon substrate 30 is not conducted but it is conducted when the bottom of a contact hole 32 is irradiated with an electron beam. Output waveform from the current detecting section 25 varies with time and the position at the bottom of the contact hole 32 is detected along with the diameter thereof. Consequently, the coordinate can be detected at the opposite ends of the bottom part.



#### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

09.04.1997

[Date of sending the examiner's decision of

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-281746

(43)公開日 平成10年(1998)10月23日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

G 0 1 B 15/00

G 0 1 B 15/00

B

H 0 1 J 37/28

H 0 1 J 37/28

A

H 0 1 L 21/66

H 0 1 L 21/66

P

J

// G 0 1 N 23/20

G 0 1 N 23/20

審査請求 有 請求項の数12 OL (全 9 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号

特願平9-90827

(71)出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(22)出願日

平成9年(1997)4月9日

(72)発明者 浜田 健彦

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

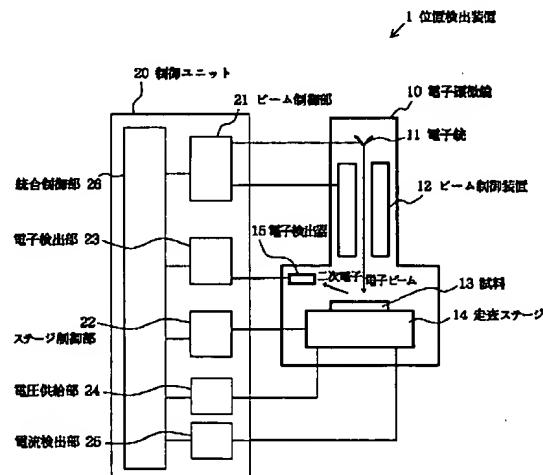
(74)代理人 弁理士 若林 忠

(54)【発明の名称】 位置検出装置および方法

(57)【要約】

【課題】 電子ビームで試料の表面を走査して配線パターンの線幅などを測定する装置において、深いコンタクト孔の底部のように二次電子では位置や寸法を検出困難な部分も検出できるようにする。

【解決手段】 例えば、シリコン基板の表面の絶縁膜にコンタクト孔が形成された試料の場合、これに電圧を印加した状態で電子ビームを走査して電流を検出する。シリコン基板はコンタクト孔の底部に電子ビームが照射されているときのみ電流が通電されるので、これをを利用してコンタクト孔の底部の位置や寸法などを検出できる。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】測定部分が存在する試料に電子ビームを照射するビーム照射手段と、試料の測定部分を通過するよう電子ビームを相対的に走査させるビーム走査手段と、電子ビームで走査される試料に電圧を印加する電圧印加手段と、印加された電圧により試料に通電される電流を検出する電流検出手段と、検出される電流が変化したときの電子ビームの走査位置から測定部分の位置を検出する位置検出手段と、を具備していることを特徴とする位置検出装置。

【請求項2】位置検出手段は、電流の変化時刻に電子ビームの走査時刻を対応させて電子ビームの走査位置として試料の測定部分の位置を検出することを特徴とする請求項1記載の位置検出装置。

【請求項3】位置検出手段により検出された二つの位置の座標の差分として測定部分の寸法を測定する寸法測定手段が設けられていることを特徴とする請求項1または2記載の位置検出装置。

【請求項4】電子ビームの走査速度を電流の変化時間に乘算して測定部分の寸法を測定する寸法測定手段が設けられていることを特徴とする請求項1または2記載の位置検出装置。

【請求項5】電圧印加手段は、試料に印加する電圧を周期的に変化させることを特徴とする請求項1ないし4の何れか一記載の位置検出装置。

【請求項6】試料から放射される二次電子と反射電子との少なくとも一方を検出する電子検出手段が設けられており、検出される電子が変化したときの電子ビームの走査位置から測定部分の寸法を測定する通常測定手段が設けられていることを特徴とする請求項1ないし5の何れか一記載の位置検出装置。

【請求項7】測定部分が存在する試料に電子ビームを照射し、試料の測定部分を通過するよう電子ビームを相対的に走査させ、電子ビームで走査される試料に電圧を印加し、

印加された電圧により試料に通電される電流を検出し、検出される電流が変化したときの電子ビームの走査位置から測定部分の位置を検出するようにしたことを特徴とする位置検出方法。

【請求項8】測定部分の位置を検出するとき、電流の変化時刻に電子ビームの走査時刻を対応させて電子ビームの走査位置として試料の測定部分の位置を検出するようにしたことを特徴とする請求項7記載の位置検出方法。

【請求項9】検出された二つの位置の座標の差分として測定部分の寸法を測定するようにしたことを特徴とす

10

2

る請求項7または8記載の位置検出方法。

【請求項10】電子ビームの走査速度を電流の変化時間に乘算して測定部分の寸法を測定するようにしたことを特徴とする請求項7または8記載の位置検出方法。

【請求項11】試料に印加する電圧を周期的に変化させるようにしたことを特徴とする請求項7ないし10の何れか一記載の位置検出方法。

【請求項12】試料から放射される二次電子と反射電子との少なくとも一方を検出し、

検出される電子が変化したときの電子ビームの走査位置から測定部分の寸法を測定するようにしたことを特徴とする請求項7ないし11の何れか一記載の位置検出方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、位置検出装置および方法に関し、例えば、半導体ウェハ等の試料の配線パターン等の測定部分の位置や寸法を検出する位置検出装置および方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来、半導体ウェハの配線パターンのように微細な試料の測定部分の寸法を検出する方法として、走査型電子顕微鏡SEM(Scanning Electron Microscope)の二次電子像を用いることが知られている。例えば、半導体ウェハの配線パターンの線幅を測定する場合、電子ビームを半導体ウェハの表面に垂直方向に照射しながら配線パターンを横切るように一定速度で走査させ、このとき得られる二次電子を検出して強度変化を走査位置の関数として求める。配線パターンの位置では検出される二次電子の強度が変化するので、この強度変化から測定部分である配線パターンの寸法を算出することができる。

【0003】しかし、上述のように導電性を有する配線パターンを電子ビームで走査すると、配線パターンが帶電して検出精度が低下することがある。これを解決したパターン寸法の測定方法が、特開平1-197607号公報に開示されている。この方法を図7を参照して以下に簡単に説明する。

【0004】なお、図7は試料である回路部材を示す断面図である。この回路部材100は、導電性基板101を具備しており、その表面に絶縁膜102が成膜されている。この絶縁膜102にはコンタクト孔103が形成されており、前記絶縁膜102の表面に成膜された導電膜104が前記コンタクト孔103の位置から前記導電性基板101の表面に接続されている。

【0005】このように形成した回路部材100では、絶縁膜102に形成されたコンタクト孔103により導電膜104が導電性基板101に接続されているので、その表面をSEMにより電子ビームで走査しても導電膜104が帶電することなく、その二次電子の強度から

30

50

導電膜104の寸法を正確に検出することができる。このように導電膜104の帯電を防止する構造を絶縁膜102のコンタクト孔103で実現しているので、その構造が簡単で製作に特別な設備は必要ない。

【0006】なお、このような回路部材100のコンタクト孔103の直径を測定したい場合には、導電膜104を成膜する以前にコンタクト孔103が形成された絶縁膜102の表面をSEMにより電子ビームで走査して二次電子を検出すれば良い。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】上述のように形成した回路部材100は、導電膜104の線幅を電子ビームの走査により正確に測定することができ、コンタクト孔103の直径も製造過程で測定することが可能である。

【0008】しかし、実際には上述のようなコンタクト孔103の開口の位置や直径を電子ビームの走査で検出することは容易であるが、底部の位置や直径を検出することは困難である。つまり、コンタクト孔103が深い場合、電子ビームを照射しても二次電子が底部から出てこられないため、底部の位置や直径を測定することが困難である。

【0009】本発明は上述のような課題に鑑みてなされたものであり、製造過程の回路部材の深いコンタクト孔の底部の位置や直径なども正確に測定できる位置検出装置および方法を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明の位置検出装置は、測定部分が存在する試料に電子ビームを照射するビーム照射手段と、試料の測定部分を通過するよう電子ビームを相対的に走査させるビーム走査手段と、電子ビームで走査される試料に電圧を印加する電圧印加手段と、印加された電圧により試料に通電される電流を検出する電流検出手段と、検出される電流が変化したときの電子ビームの走査位置から測定部分の位置を検出する位置検出手段と、を具備している。

【0011】従って、測定部分が存在する試料にビーム照射手段により電子ビームが照射され、この電子ビームが試料の測定部分を通過するようビーム走査手段により相対的に走査される。このように電子ビームで走査される試料に電圧印加手段により電圧が印加され、この印加された電圧により試料に通電される電流が電流検出手段により検出される。この検出される電流が変化したときの電子ビームの走査位置から位置検出手段により測定部分の位置が検出されるので、例えば、二次電子や反射電子が測定できない試料の深いコンタクト孔の直径などを測定される。

【0012】つまり、シリコン基板の表面の絶縁膜に測定部分としてコンタクト孔が形成された回路部材を試料とし、その絶縁膜の表面に照射するとともにシリコン基板に電圧を印加すると、この回路部材は絶縁膜のコンタ

クト孔から電子ビームが照射されたときのみ電流が通電されるので、電子ビームの走査位置から測定部分であるコンタクト孔の縁部の位置が検出される。

【0013】なお、本発明で云う試料とは、例えば、上述のようにシリコン基板の表面に絶縁膜を成膜した製造過程の回路部材などを許容し、測定部分としては絶縁膜の表面からシリコン基板の表面まで形成したコンタクト孔などを許容する。また、電子ビームの相対的な走査とは、例えば、試料に電子ビームが照射された状態で、試料と電子ビームとの少なくとも一方を移動させることを意味している。また、上述した位置検出手段などは、その機能を実現するよう形成されれば良く、例えば、専用のハードウェア、適正なプログラムをソフトウェアにより実装したコンピュータ、これらの組み合わせ、等を許容する。

【0014】上述のような位置検出装置における他の発明としては、位置検出手段は、電流の変化時刻に電子ビームの走査時刻を対応させて電子ビームの走査位置として試料の測定部分の位置を検出する。従って、位置検出手段により電流の変化時刻に電子ビームの走査時刻が対応され、電子ビームの走査位置として試料の測定部分の位置が検出されるので、例えば、コンタクト孔の縁部の位置などが時刻に基づいて検出される。

【0015】上述のような位置検出装置における他の発明としては、位置検出手段により検出された二つの位置の座標の差分として測定部分の寸法を測定する寸法測定手段が設けられている。従って、位置検出手段により検出された二つの位置の座標の差分として寸法測定手段により測定部分の寸法が測定されるので、例えば、電子ビームが通過するコンタクト孔の二つの縁部の位置から直径が測定される。

【0016】上述のような位置検出装置における他の発明としては、電子ビームの走査速度を電流の変化時間に乘算して測定部分の寸法を測定する寸法測定手段が設けられている。従って、電子ビームの走査速度が寸法測定手段により電流の変化時間に乘算されて測定部分の寸法が測定されるので、簡単な演算処理により測定部分の寸法が測定される。

【0017】上述のような位置検出装置における他の発明としては、電圧印加手段は、試料に印加する電圧を周期的に変化させる。従って、電圧印加手段により試料に印加される電圧が周期的に変化するので、例えば、試料に直流電流が通電されない場合でも、試料内部に通電される電流変化からコンタクト孔の底部の位置などが検出される。なお、本発明で云う周期的に変化する電圧とは、例えば、交流電圧やパルス電圧などを許容する。

【0018】上述のような位置検出装置における他の発明としては、試料から放射される二次電子と反射電子との少なくとも一方を検出する電子検出手段が設けられており、検出される電子が変化したときの電子ビームの走

査位置から測定部分の寸法を測定する通常測定手段が設けられている。従って、試料から放射される二次電子と反射電子との少なくとも一方が電子検出手段により検出され、このようく検出される電子が変化したときの電子ビームの走査位置から通常測定手段により測定部分の寸法が測定されるので、電圧印加に対応した通電電流が電子ビームの走査により変化しない測定部分の寸法も測定される。

【0019】本発明の位置検出方法は、測定部分が存在する試料に電子ビームを照射し、試料の測定部分を通過するよう電子ビームを相対的に走査させ、電子ビームで走査される試料に電圧を印加し、印加された電圧により試料に通電される電流を検出し、検出される電流が変化したときの電子ビームの走査位置から測定部分の位置を検出するようにした。

【0020】従って、例えば、シリコン基板の表面の絶縁膜に測定部分としてコンタクト孔が形成された回路部材を試料とし、その絶縁膜の表面に照射するとともにシリコン基板に電圧を印加すると、このシリコン基板は絶縁膜のコンタクト孔から電子ビームが照射されたときのみ電流が通電されるので、電子ビームの走査位置から測定部分であるコンタクト孔の縁部の位置が検出される。

【0021】上述のような位置検出方法における他の発明としては、測定部分の位置を検出するとき、電流の変化時刻に電子ビームの走査時刻を対応させて電子ビームの走査位置として試料の測定部分の位置を検出するようにした。従って、例えば、コンタクト孔の縁部の位置などが時刻に基づいて検出される。

【0022】上述のような位置検出方法における他の発明としては、検出された二つの位置の座標の差分として測定部分の寸法を測定するようにした。従って、例えば、電子ビームが通過するコンタクト孔の二つの縁部の位置から直径が測定される。

【0023】上述のような位置検出方法における他の発明としては、電子ビームの走査速度を電流の変化時間に乗算して測定部分の寸法を測定するようにした。従って、例えば、簡単な演算処理により測定部分の寸法が測定される。

【0024】上述のような位置検出方法における他の発明としては、試料に印加する電圧を周期的に変化させるようにした。従って、試料に印加される電圧が周期的に変化するので、例えば、試料に直流電流が通電されない場合でも、試料内部の電流変化からコンタクト孔の底部の位置などが検出される。

【0025】上述のような位置検出方法における他の発明としては、試料から放射される二次電子と反射電子との少なくとも一方を検出し、検出される電子が変化したときの電子ビームの走査位置から測定部分の寸法を測定するようにした。従って、電圧印加に対応した通電電流が電子ビームの走査により変化しない測定部分の寸法も

測定される。

【0026】

【発明の実施の形態】本発明の実施の一形態を図1ないし図6を参照して以下に説明する。なお、図1は本実施の形態の位置検出装置を示す模式図、図2は試料である製造過程の回路部材を示す断面図、図3は電流の検出結果を示す特性図、図4および図5は他の試料である回路部材を示す断面図、図6は電流の検出結果を示す特性図である。

【0027】本実施の形態の位置検出装置1は、図1に示すように、走査型の電子顕微鏡10とコンピュータシステムからなる制御ユニット20とを具備しており、これらを接続した構造からなる。

【0028】前記電子顕微鏡10は、電子ビームを射出する電子銃11を具備しており、この電子銃11のビーム経路には、ビーム制御装置12が配置されている。このビーム制御装置12は、コンデンサレンズ、スキャンコイル、偏光器、対物レンズ、アーチャ、等からなり、電子ビームを制御する。この電子ビームが照射される位置には、試料13を保持する走査ステージ14が移動自在に配置されており、この走査ステージ14に保持された前記試料13と対向する位置には、二次電子を検出する電子検出器15が配置されている。

【0029】前記制御ユニット20は、必要なデバイスが接続されたコンピュータシステムからなり、ビーム制御部21、ステージ制御部22、電子検出部23、電圧印加手段である電圧供給部24、電流検出手段である電流検出部25、統合制御部26、等を具備している。この統合制御部26に前記各部21～25が接続されており、これらが前記電子顕微鏡10の各部に接続されている。

【0030】前記ビーム制御部21は、前記電子銃11と前記ビーム制御装置12とに接続されており、前記電子銃11に電子ビームを射出させ、そのビーム形状や照射領域等を前記ビーム制御装置12により調整させる。前記ステージ制御部22は、前記走査ステージ14の駆動部(図示せず)に接続されており、前記試料13の任意の位置に電子ビームが照射されるように前記走査ステージ14を位置制御する。前記電子検出部25は、前記電子検出器15に接続されており、この電子検出器15の二次電子の検出信号からプロファイル信号を生成する。

【0031】前記電圧供給部24と前記電流検出部25とは前記走査ステージ14に接続されており、この走査ステージ14は、前記試料13の裏面と電気的に導通する構造に形成されている。そこで、前記電圧供給部24は前記走査ステージ14を介して前記試料13に電圧を印加し、前記電流検出部25は、前記走査ステージ14を介して前記試料13に通電される電流を検出する。

【0032】前記統合制御部26は、上述した各部21

～25を統合制御する。このように統合制御部26が各部21～25を統合制御し、これらの各部21～25が前記電子顕微鏡10の各部を動作制御などすることにより、本実施の形態の位置検出装置1は、各種機能が各種手段として実現されている。

【0033】つまり、本実施の形態の位置検出装置1は、ビーム照射手段、ビーム走査手段、電子検出手段、通常測定手段、位置検出手段、寸法測定手段、等を具備している。前記ビーム照射手段は、前記電子銃11と前記ビーム制御装置12および前記ビーム制御部21の部分に相当し、前記試料13に電子ビームを照射する。前記ビーム走査手段は、前記走査ステージ14と前記ステージ制御部22の部分に相当し、前記試料13の表面を通過するよう電子ビームを相対的に走査させる。

【0034】前記電子検出手段は、前記電子検出器15および前記電子検出部23の部分に相当し、前記試料13から放射される二次電子を検出する。前記通常測定手段は、前記制御ユニット20の機能の一つに相当し、検出される二次電子が変化したときの電子ビームの走査位置から前記試料13の表面の測定部分の寸法を測定する。

【0035】前記位置検出手段および前記寸法測定手段も、前記制御ユニット20の機能の一つに相当し、前記位置検出手段は、前記電流検出部25により検出される電流が変化したときの前記試料13に対する電子ビームの走査位置を前記ステージ制御部22から検出することにより、前記試料13の測定部分の位置を検出する。より詳細には、前記走査ステージ14は前記ステージ制御部22により所定の初期位置から一定速度で走査移動されるので、前記位置検出手段は、電流の変化時刻に電子ビームの走査時刻を対応させて前記試料13の測定部分の位置を検出する。

【0036】前記寸法測定手段は、前記位置検出手段により検出された二つの位置の座標の差分として、測定部分の寸法を測定する。例えば、前記試料13の測定部分が回路部材のコンタクト孔の場合、その中心を通過するよう電子ビームが直線状に走査されるならば、検出される一対の縁部の位置の差分として寸法を測定すれば直径が算出されることになる。

【0037】なお、前記試料13は、図2に示すように、p型のシリコン基板30の表面に、例えば、 $1\mu m$ の膜厚のシリコン酸化膜からなる絶縁膜31が堆積され、この絶縁膜31の表面から前記シリコン基板30の表面まで直径 $0.4\mu m$ 程度のコンタクト孔32が形成された構造からなる。

【0038】上述のような構成において、本実施の形態の位置検出装置1による位置検出方法を以下に説明する。例えば、試料13の表面の配線パターンの位置や線幅などを検出する場合には、電子銃11が出射する電子ビームをビーム制御装置12により制御して試料13の

表面に照射し、この試料13を走査ステージ14により走査移動させる。これで試料13の表面が電子ビームにより走査されて二次電子が発生するので、この二次電子を電子検出器15で検出して統合制御部26が走査時刻と対応させることにより、試料13の表面に形成された配線パターンの位置や線幅などが検出される。

【0039】しかし、前述のように試料13に深いコンタクト孔32が形成されている場合、その上面から電子ビームを照射しても二次電子がコンタクト孔32の底部から外部に出ることができないので、二次電子によりコンタクト孔32の底部の位置や直径を検出することは困難である。このような場合、本実施の形態の位置検出装置1では、二次電子によらず電流変化に基づいてコンタクト孔32の底部の位置や直径を検出する。

【0040】より詳細には、上述のように試料13の表面を電子ビームで走査するとき、電圧供給部24により試料13に底面から $+3V$ などの電圧を供給し、この試料13に通電される電流を底面から電流検出部25により検出する。すると、電子ビームが絶縁膜31の表面に照射されているときはシリコン基板30に電流は通電されないが、コンタクト孔32の底部に電子ビームが照射されるとシリコン基板30に電流が通電される。

【0041】すると、電流検出部25の出力波形は、図3に示すように、時刻に対応して変化するため、この変化時刻によりコンタクト孔32の底部の位置と直径とが検出される。つまり、時刻 $t_0$ 、 $t_1$ がコンタクト孔32の底部の縁部の位置に対応しているので、これらの時刻に走査速度 $v$ を乗算して初期位置の座標 $a$ に加算すれば、“ $a + v t_0$ 、 $a + v t_1$ ”としてコンタクト孔32の底部の両端の位置の座標を検出することができる。そして、これらの位置の差分として直径を算出することができるが、もしも、位置を検出する必要がなく直径のみ必要な場合には、時刻の差分に走査速度を乗算するだけでも“ $v(t_0 - t_1)$ ”として直径を算出することができる。

【0042】本実施の形態の位置検出装置1は、上述のように二次電子では検出困難な試料13のコンタクト孔32の位置や直径なども検出することができ、その検出を簡単な演算で実行することができる。さらに、二次電子による表面の検出も併用できるので、試料13の配線パターンやコンタクト孔32などの各種部分の位置や寸法を測定することができ、配線パターンとコンタクト孔の位置関係なども検出することができる。

【0043】なお、上述のような位置検出装置1において、電子ビームの走査速度 $v$ 、電子ビームの加速電圧、ビーム電流、ビーム径、試料13に印加する電圧などは、測定部分の寸法や密度などに対応して、それぞれ最適化されるべきものであることは言うまでもない。

【0044】なお、本発明は上記形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で各種の变形を許

容する。例えば、上記形態では電圧供給部24が試料13に一定の電圧を印加することを例示したが、この電圧を周期的に変化させることも可能である。

【0045】つまり、ウェハの裏面に薄い酸化膜が形成されたり、コンタクト孔がn型もしくはp型のウェハ内に形成されてたりして試料に直流電流が通電されない場合、この試料に印加する電圧を交流またはパルス電圧として周期的に変化させることにより、試料の内部の電流変化から上述の場合と同様にコンタクト孔の底部の位置や直径などを算出することができる。

【0046】また、上記形態ではシリコン基板30の表面の絶縁膜31にコンタクト孔32が形成されたものを試料13とし、測定部分としてコンタクト孔32の底部の位置や直径を検出することを例示したが、本発明の位置検出装置1は、各種の試料の各種部分の検出に利用することが可能である。例えば、図4に示すように、p型のシリコン基板30の表面に500nmなどの膜厚のシリコン熱酸化膜からなるフィールド絶縁膜34が部分的に形成されたものを試料35とし、その素子領域36を測定部分とすることも可能である。なお、前記フィールド絶縁膜34は、前記シリコン基板30を選択酸化することにより形成されている。

【0047】図示するように、試料35の表面の段差が非常に小さい場合、素子領域36の位置や横幅を従来の二次電子を利用した方法で検出することは困難である。そこで、この場合も位置検出装置1によりシリコン基板30に+3V等の電圧を印加し、電子ビームを走査させて電流変化を検出する。すると、素子領域36に電子ビームが当たっているときのみシリコン基板30に電流が通電されるので、前述の場合と同様に素子領域36の位置や横幅を検出することができる。

【0048】また、図5に示すように、上述のような試料35の素子領域36にゲート酸化膜37とゲート電極38とが形成された試料39において、前記ゲート電極38の位置や線幅を検出することも可能である。例えば、前述の試料35の素子領域36に膜厚15nmなどのゲート酸化膜37を熱酸化により形成したあと、その表面全体にN型の多結晶シリコンとタンクステンシリサイドからなる膜厚200nmなどの導電層を形成し、この導電層をバターニングすることにより前記試料39が形成される。

【0049】この試料39の前記ゲート電極38の位置や線幅を検出する場合も、前述のときと同様に、シリコン基板30に+3Vなどの電圧を印加し、電子ビームを走査して電流を検出する。すると、ゲート酸化膜37は薄いので電子ビームは透過することができ、図6に示すように、電子ビームがゲート電極38以外の素子領域36に照射されているとき(t0～t2およびt3～t1)のみ電流が検出されるので、ゲート電極38や素子領域36の位置や寸法が簡単に検出される。

## 【0050】

【発明の効果】本発明は以上説明したように構成されているので、以下に記載するような効果を奏する。

【0051】請求項1記載の発明の位置検出装置は、測定部分が存在する試料に電子ビームを照射するビーム照射手段と、試料の測定部分を通過するよう電子ビームを相対的に走査させるビーム走査手段と、電子ビームで走査される試料に電圧を印加する電圧印加手段と、印加された電圧により試料に通電される電流を検出する電流検出手段と、検出される電流が変化したときの電子ビームの走査位置から測定部分の位置を検出する位置検出手段と、を具備していることにより、深いコンタクト孔の底部のように二次電子や反射電子で検出できない測定部分の位置も検出することができる。

【0052】請求項2記載の発明は、請求項1記載の位置検出装置であって、位置検出手段は、電流の変化時刻に電子ビームの走査時刻を対応させて電子ビームの走査位置として試料の測定部分の位置を検出することにより、簡単な演算で正確に測定部分の位置を検出することができる。

【0053】請求項3記載の発明は、請求項1または2記載の位置検出装置であって、位置検出手段により検出された二つの位置の座標の差分として測定部分の寸法を測定する寸法測定手段が設けられていることにより、簡単な演算で正確に測定部分の寸法を検出することができる。

【0054】請求項4記載の発明は、請求項1または2記載の位置検出装置であって、電子ビームの走査速度を電流の変化時間に乘算して測定部分の寸法を測定する寸法測定手段が設けられていることにより、簡単な演算で正確に測定部分の寸法を検出することができる。

【0055】請求項5記載の発明は、請求項1ないし4の何れか一記載の位置検出装置であって、電圧印加手段は、試料に印加する電圧を周期的に変化させることにより、試料に直流電流が通電されない場合でも測定部分の位置を検出することができる。

【0056】請求項6記載の発明は、請求項1ないし5の何れか一記載の位置検出装置であって、試料から放射される二次電子と反射電子との少なくとも一方を検出する電子検出手段が設けられており、検出される電子が変化したときの電子ビームの走査位置から測定部分の寸法を測定する通常測定手段が設けられていることにより、電流変化による検出と二次電子による検出とを併用することができる。

【0057】請求項7記載の発明の位置検出方法は、測定部分が存在する試料に電子ビームを照射し、試料の測定部分を通過するよう電子ビームを相対的に走査させ、電子ビームで走査される試料に電圧を印加し、印加された電圧により試料に通電される電流を検出し、検出される電流が変化したときの電子ビームの走査位置から測定

部分の位置を検出するようにしたことにより、深いコンタクト孔の底部のように二次電子や反射電子で検出できない測定部分の位置も検出することができる。

【0058】請求項8記載の発明は、請求項7記載の位置検出方法であって、測定部分の位置を検出するとき、電流の変化時刻に電子ビームの走査時刻を対応させて電子ビームの走査位置として試料の測定部分の位置を検出するようにしたことにより、簡単な演算で正確に測定部分の位置を検出することができる。

【0059】請求項9記載の発明は、請求項7または8記載の位置検出方法であって、検出された二つの位置の座標の差分として測定部分の寸法を測定するようにしたことにより、簡単な演算で正確に測定部分の寸法を検出することができる。

【0060】請求項10記載の発明は、請求項7または8記載の位置検出方法であって、電子ビームの走査速度を電流の変化時間に乘算して測定部分の寸法を測定するようにしたことにより、簡単な演算で正確に測定部分の寸法を検出することができる。

【0061】請求項11記載の発明は、請求項7ないし10の何れか一記載の位置検出方法であって、試料に印加する電圧を周期的に変化させることにより、試料に直流電流が通電されない場合でも測定部分の位置を検出することができる。

【0062】請求項12記載の発明は、請求項7ないし11の何れか一記載の位置検出方法であって、試料から放射される二次電子と反射電子との少なくとも一方を検出し、検出される電子が変化したときの電子ビームの走査位置から測定部分の寸法を測定するようにしたことにより、電流変化による検出と二次電子による検出と併用することができる。

【図面の簡単な説明】

\* 【図1】本発明の実施の一形態の位置検出装置を示す模式図である。

【図2】試料の第一例を示す断面図である。

【図3】電流の検出結果を示す特性図である。

【図4】試料の第二例を示す断面図である。

【図5】試料の第三例を示す断面図である。

【図6】電流の検出結果を示す特性図である。

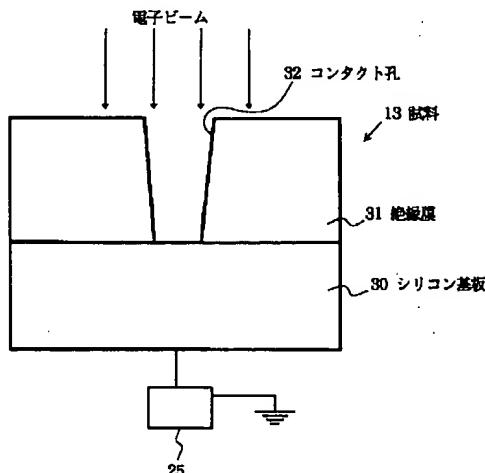
【図7】従来例の試料を示す断面図である。

【符号の説明】

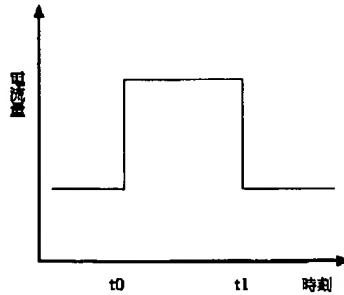
|     |               |
|-----|---------------|
| 1   | 位置検出装置        |
| 1 0 | 電子顕微鏡         |
| 1 1 | 電子銃           |
| 1 2 | ビーム制御装置       |
| 1 3 | 試料            |
| 1 4 | 走査ステージ        |
| 1 5 | 電子検出器         |
| 2 0 | 制御ユニット        |
| 2 1 | ビーム制御部        |
| 2 2 | ステージ制御部       |
| 2 3 | 電子検出部         |
| 2 4 | 電圧供給部         |
| 2 5 | 電流検出部         |
| 2 6 | 統合制御部         |
| 3 0 | シリコン基板        |
| 3 1 | 絶縁膜           |
| 3 2 | 測定部分であるコンタクト孔 |
| 3 4 | フィールド絶縁膜      |
| 3 5 | 試料            |
| 3 6 | 素子領域          |
| 3 7 | ゲート酸化膜        |
| 3 8 | ゲート電極         |
| 3 9 | 試料            |

\*

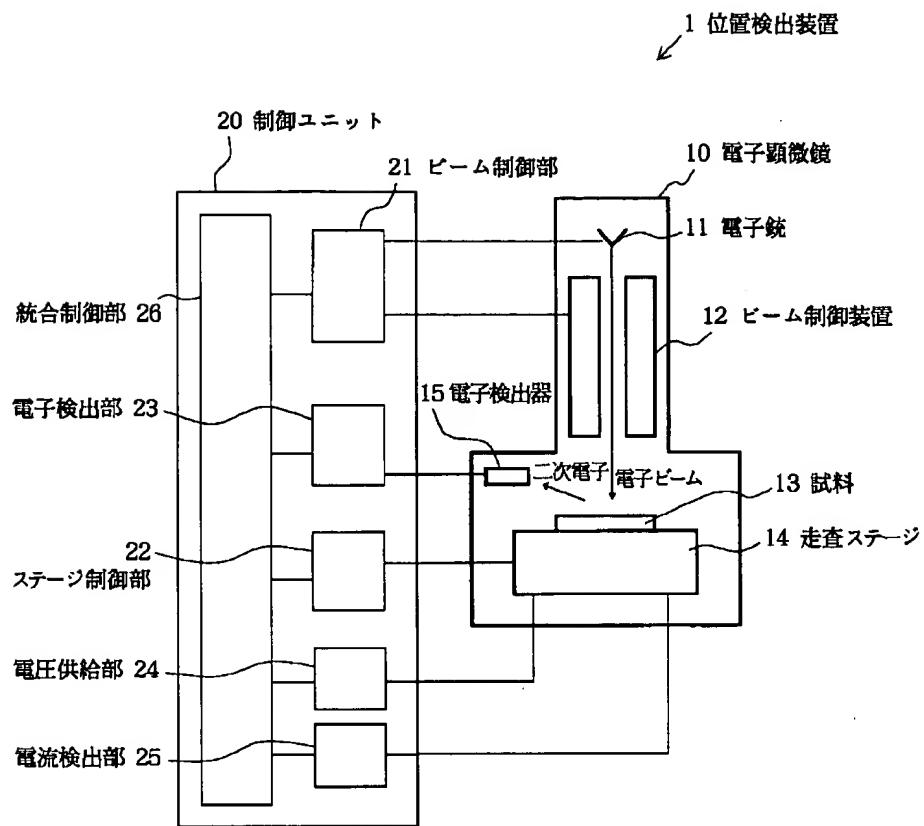
【図2】



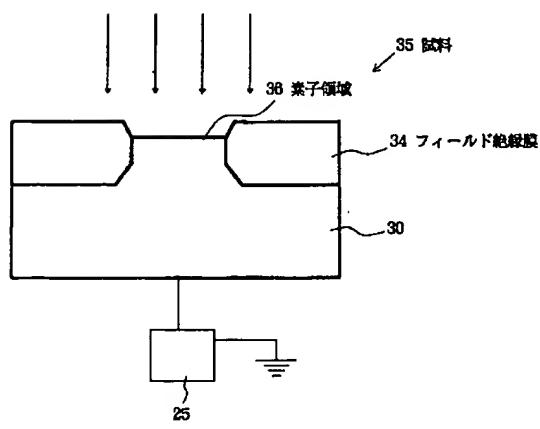
【図3】



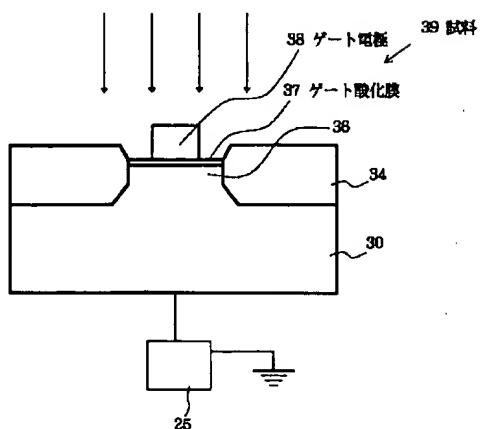
[図 1]



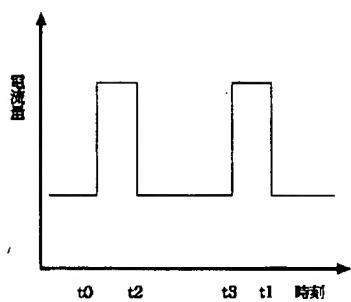
[図4]



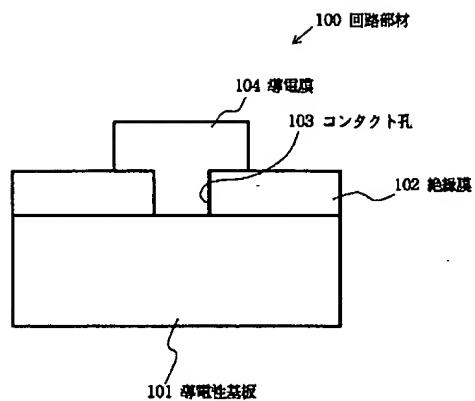
[図5]



【図6】



【図7】




---

フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

G 01 N 23/22

H 01 L 21/3205

識別記号

F I

G 01 N 23/22

H 01 L 21/88

Z